

动态轴称重汽车衡校验

中国计量科学研究院 周祖濂

固定式动态轴称重汽车衡是我国最广泛用于汽车收费站计量车重和监测车辆超载的装置。早已成为大家熟悉的计量装置和衡器生产厂家的定型产品。但其校验还有一些值得商榷的问题。

一、轴称重汽车衡的静态校验

按照检定规程，对轴称重汽车衡首先要进行静态称重校验。轴称重汽车衡的最大称量可达 20t。即使在对产品做认证时，要将 20t 砝码放置在 3 平米多的承载器上来校验轴汽车衡，也是一件不太容易、具有一定危险的操作。至于在高速公路收费口现场，使用砝码进行最大称量校验更是极其困难。特别在没有专用吊装砝码装置的情况下，几乎是难以完成的。通常我们大多是使用很少量的砝码实施校验，其校验结果造成误差往往与检定规程的要求相差甚大。

我以为最合理的方法，是使用数字或无法码校验技术。其实此种技术，近 20 年来在国外已得到广泛运用和法制部门的认可。

二、轴称重汽车衡的动态校验

1. 动态校验轴称重汽车衡的标准器，按照国际建议的规定是“双轴刚性车辆。”这与静态衡器核定用的标准器——砝码相比较，其严格性有较大差异，砝码作为标准器其标称质量和不确定值是唯一的。无论用它在何时何地来校验静态衡器，其不确定值或误差是一致的、可重复的。而“双轴刚性车辆”作为“静态参考轴载荷值”，在此种情况下，是很难保证所测得轴重载荷作为“约定真值 (Conventional true value)”的一致性。由于车辆不可能是理想的“刚性”。车辆的“重心移动”使得用两轴分别称重的载荷值相加求得的“总载荷值”，在不同地点，使用不同的校验秤对同一车辆求得的结果的唯一性，与砝码相比是有更大的随意性。其误差与砝码误差值的重复性相比不在同等级别，也很难达到轨道衡标准桥衡车的水平。

下面根据用于校验的“参考车”的数据进行分析讨论。

整车称重得到的整车静重为 15.46t

轴 1	6.41t	6.38t	6.38t	6.39t	6.43t	6.39t	6.38t	6.40t	6.38t
轴 2	9.11t	9.09t	9.10t	9.11t	9.10t	9.13t	9.11t	9.12t	9.10t
和重	15.52t	15.47t	15.48t	15.50t	15.53t	15.52t	15.49t	15.52t	15.48t
差值	60kg	10kg	20kg	40kg	70kg	60kg	30kg	60kg	20kg

轴 1: 平均值=6.393t; 标准差 $\sigma_1=16.3\text{kg}$

轴 2: 平均值=9.108t; 标准差 $\sigma_2=11.3\text{kg}$

两轴和重: =15.501t; 标准差 $\sigma=20.8\text{kg}$

与静重差=4.1kg

由以上数据求得各相关系数, 分别为:

$P_{x1 \cdot x3}=84.0\%$ 前轮与总重的相关系数

$P_{x2 \cdot x3}=62.3\%$ 后轮与总重的相关系数

$P_{x1 \cdot x2}=10.6\%$ 两轮间的相关系数

从以上相关系数可看出车辆的车厢部分是造成“重心移动”的主要因素。根据轴 1 和轴 2, 也就是两轴车辆的前后轮, 之间的相关系数值为 10.6%, 说明这样的车轴达不到理想刚性的要求。另外不同车辆的前后轮的相关系数不可能相同, 这样用不同的双轴车轮作为检衡的“参考车”, 从理论上讲已失去了标准器的一致性。不同的“参考车”检定同一台轴汽车衡, 可以得到不同的结果, 而且结果间的差异也是不可控和不可知的。这从理论上已违反了对计量器具的根本要求。国外对汽车衡的校验多年来是使用得到法制认可的专用检定车(设备)。这不仅检定时省时省力, 而更重要的是确保检验结果的一致性和可重复性, 值得我们参考。

由于现在使用的“参考车”前后轮的称重结果的相关系数不为零($P_{x1 \cdot x2}=10.6\%$), 因此在计算测量误差时, 就不能像计算两个独立变量误差的平方和求结果, 要用下式来计算合成不确定度的误差值:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\rho_{x1, x2} \sigma_1 \sigma_2} = 20.19\text{kg}$$

而不计相关量的影响

$$\sigma = 19.83\text{kg}$$

由此可见，在考虑到前后轮相关影响计量得到的误差值，更接近由两轴相加求得车辆重的误差值。

2. 用“双轴刚性车辆”作为“参考车”得到的衡器的不确定的误差值，并不能代表不同车型的误差值。因此是否应用欲称重的车辆，都应参照双轴刚性车辆的方法选定此时的“参考车”来确定轴汽车衡的不确定度。这样对于我国车辆种类甚多，改装车辆层出不穷，每个厂家的产品都要选用不同“参考车”来做认证校验是不容易实现的。

所使用的“参考车”测得数据、结果，应有记录，以供以后考察轴汽车衡不确定性的的重要参考数据。

①车辆动态称重系统的误差取决于两个主要因素；

②车辆本身的动态特性，如自振频率等；

称重系统的固有偏差。此项偏差，不仅包括衡器本身的不确定性，而且与秤台两端路面的平直度、粗糙度有密切关系。同一台秤安装条件不同，其测量结果也可能不同。严格讲，在特定条件下，对秤的认证结果并不能代表该种秤在其他条件下的不确定度误差。

三、应如何解读对动态轴汽车衡的校验数据，是计量部门、衡器生产厂家甚至用户都应有所了解 and 认知。

如前所述，与静态秤的测定误差不同，除衡器本身的固有误差外，车辆自身动态特性造成的误差，往往更为显著。作为我国动态轴称重汽车衡，主要是设在高速路监测车辆超载。所以我们关心的主要是根据所得到校验误差，如何估计偏移定法超载门限车辆的概率。在我国由于所规定的偏移门限值大，而动态轴称量汽车衡的精度只要在门限值的十分之一就足够了。我认为作为监测用的动态轴称重汽车衡主要是要求经久耐用，并能在较长时间内得保证其测量精度。

由上述对参考车的校验结果可看出：

此双轴车、能够满足“刚性”的要求，因为在考虑到相关系数求得的标准差

($\sigma = 20.8\text{kg}$), 与不计相关误差影响的标准差 ($\sigma = 19.8\text{kg}$) 相差很小。

对整车称重结果为 15.50t, 与静重差为 4.1kg, 9 次测量结果的标准差为 $\sigma = 20.8\text{kg}$, 相对误差为 0.14%。与静重之间的差值, 是可视为系统误差加以修正。

四、结束语

动态轴称重汽车衡在我国已使用多年, 目前已有许多厂家能够作为定型产品, 其生产数量在全世界也可能是最多的国家。但也和我国生产的衡器和应变传感器一样, 是生产大国而不是生产强国。其实已有众多的动态轴称重汽车衡在现场使用多年。只要我国的生产厂家和计量部门稍加留意这些衡器在使用中出现的问题, 总结一些校验经验, 就可以改进产品质量, 并且在国际上对此衡器提出我们修改国际建设的意见, 增强在国际上的话语权。